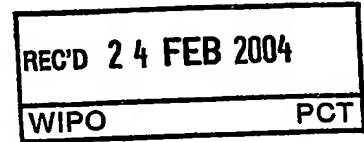


EP 03/14319

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 60 009.0

Anmeldetag: 18. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Professor Dr.-Ing. Hans-Heinrich G a t z e n ,
30916 Isernhagen/DE

Bezeichnung: Schreib-/Lesekopf mit integriertem Mikroaktor

IPC: G 11 B 5/55

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Klostermeyer

Gatzen, Hans-Heinrich pr

Schreib-/Lesekopf mit integriertem Mikroaktor

Beschreibung

5 Die Erfindung betrifft allgemein Lese- oder Schreib/Leseköpfe für Datenspeicher, insbesondere Lese- oder Schreib/Leseköpfe mit integriertem Mikroaktor zur Positions-Feineinstellung.

10 Mit zunehmender Speicherdichte werden auch die Anforderungen an die Nachführung von Schreib-/Leseköpfen auf den Datenspuren, auf denen die Daten beispielsweise in Form von magnetischen Flußwechseln digital gespeichert sind, immer größer. Schreib-/Leseköpfe werden in allen magnetischen Massenspeichern, wie beispielsweise Festplattenspeichern, 15 Diskettenlaufwerken und Magnetbandspeichern verwendet. Bei Festplattenspeichern erfolgt sowohl die Einstellung auf eine Datenspur, als auch die Spurfolge darauf durch einen Positionierer. An diesem sind alle Schreib-/Lesearme montiert, wobei jeder Schreib-/Lesearm die Datenoberfläche 20 einer Magnetplatte bestreicht. Auf den Datenoberflächen befinden sich dann konzentrisch angeordnet die Datenspuren. Der Aktuator des Positionierers wird durch ein Servosystem so positioniert, daß der jeweils in Betrieb befindliche Schreib-/Lesekopf auf seiner Datenspur geführt wird. Typischerweise 25 schreibt oder liest jeweils nur ein Schreib-/Lesekopf.

Mit zunehmender Aufzeichnungsdichte werden sowohl die Flußwechselabstände, als auch die Breite der magnetischen Datenspuren immer kleiner. Um die notwendige Einstellung auf

die Datenspur zu gewährleisten, könnte eine zweite Stufe eines Positionierers in die Schreib-/Leseköpfe eingebaut werden, um die Spurfolge genauer und auch mit höherer Frequenz durchzuführen, als dies durch bisher vorhandene Positionierer möglich ist. Ansätze für die Konstruktion solcher Positionierer sind bekannt. Zum besseren Verständnis dieser Ansätze wird nachfolgend zunächst der genauere Aufbau eines Schreib-/Lesearms kurz betrachtet. Ein Schreib-/Lesearm umfaßt einen Schreib-/Lesekopf, auch Flugkörper genannt, in dem der Schreib-/Lesewandler oder das Schreib-/Leseelement integriert ist, welcher die magnetische Datenaufzeichnung und Datenwiedergabe besorgt, sowie ein Federsystem (Suspension). Der Flugkörper gleitet in sehr geringem Abstand über die Datenoberfläche.

Bisherige Ansätze für eine zweite Positionierstufe sehen beispielsweise vor, daß solch eine zweite Positionierstufe durch das Federsystem ausgeführt wird. Hierzu wird in das Federsystem ein Positionierer eingebaut, der eine zusätzliche Seitenbewegung des Federsystems erlaubt. Ein weiterer Ansatz besteht darin, zwischen den Flugkörper und das Federsystem einen Mikropositionierer einzubringen.

Die Aufgabe einer schnellen und genauen Spurführung wird in einer überraschend einfachen Weise mit einem Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 1, sowie einem Verfahren zur Datenaufzeichnung und Wiedergewinnung gemäß Anspruch 23 und einem Verfahren zur Herstellung eines Schreib-/Lesekopfes gemäß Anspruch 28 gelöst, wobei ein neuer Weg beschritten wird, indem ein erfindungsgemäß ein magnetischer Mikroaktor oder Mikroaktuator in den Flugkörper integriert wird. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

Dementsprechend umfaßt ein erfindungsgemäßer Schreib-

/Lesekopf einen ersten Block, und einen mit dem ersten Block beweglich verbundenen Träger oder Montageblock mit zumindest einem Schreib-/Leseelement. Der Schreib-/Lesekopf weist außerdem zumindest eine elektromagnetische Aktuator-

5 Einrichtung mit zumindest einem elektromagnetischen Element, wie insbesondere einer Spule auf, zur Erzeugung von magnetischen Kräften, die auf den Träger vermittelt werden.

Als Schreib-/Lesekopf wird hier, neben einem Kopf zum Schreiben oder insbesondere zum Schreiben und Lesen auch ein

10 Kopf verstanden, mit welchem nur von einem Datenträger, also etwa im Falle eines ROM-Datenträgers Daten gelesen werden.

Oft sind auf einem Schreib-/Lesekopf auch mehrere Schreib-/Leseelemente angeordnet. So werden bei Magnetbandspeichern vielfach separate Schreib- und Leseelemente eingesetzt, wobei

15 die Leseelemente zumeist magnetoresistiv auslesen. Für den erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopf sind prinzipiell die gängigen Arten von Schreib-Leseelementen, wie etwa elektromagnetische Schreib-/Leseelemente, beispielsweise mit einem Schreib-Lesespalt, magnetoresistive, als auch optische

20 oder magnetooptische Schreib-/Leseelemente, sowie Kombinationen zumindest zweier solcher Elemente einsetzbar.

Die erfindungsgemäße elektromagnetische Aktuator-Einrichtung stellt eine hochgenaue Führung des Schreib-/Leseelementes auf

25 der Datenspur bereit und ermöglicht es außerdem, den Abstand zwischen dem Schreib-/Leseelement und dem Datenträger, beispielsweise einer Magnetplatte auf den optimalen Abstand einzustellen. Durch die mittels der elektromagnetischen

Aktuator-Einrichtung auf den Träger für das Schreib-

30 /Leseelement vermittelten Kräfte wird dieser aus seiner Gleichgewichtslage und damit relativ zu dem Block ausgelenkt. Damit wird auch eine Auslenkung des Schreib-/Leseelementes bezüglich des Blocks hervorgerufen. Üblicherweise sind die Schreib-/Leseköpfe moderner Datenaufzeichnungs- oder

35 Datenwiedergabegeräte im Vergleich zu der Bewegungsmechanik

des Kopfes sehr klein. Entsprechend weist auch der Träger eines erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopfes, welcher in solchen Geräten einsetzbar ist, eine geringe Masse und Trägheit auf. Demgemäß ist mit einem erfindungsgemäß im Schreib-/Lesekopf integrierten Aktuator eine bisher nicht mögliche Genauigkeit und Schnelligkeit bei der Nachführung des Schreib-/Leseelementes zur momentanen Spur möglich.

Vielfach wird ein Schreib-/Lesekopf so an einer Aufhängung befestigt, daß sich der insbesondere als Flugkörper ausgeführte Schreib-/Lesekopf zwischen der Aufhängung und dem Datenträger befindet. Unter Umständen kann hier die Bewegungsfreiheit des Trägers in Richtung von der Datenträgeroberfläche weg durch die Aufhängung eingeschränkt sein. Dies kann vorteilhaft dadurch umgangen werden, indem der Träger eine geringere Dicke als der erste Block aufweist. Insbesondere kann dabei der Träger auf der Befestigungsseite des ersten Blocks abgesenkt sein.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Datenaufzeichnung oder Wiedergewinnung auf oder von einem Datenträgermedium sieht demgemäß vor, daß

-Daten mit einem Schreib-/Leseelement eines an einer Aufhängung befestigten, bevorzugt erfindungsgemäß ausgestalteten Schreib-/Lesekopfes in zumindest eine auf dem Datenträger vorgegebene Spur geschrieben oder entlang der Spur auf dem Datenträgermedium angeordnete Daten gelesen werden, wobei das Schreib-/Leseelement an einem federnd gelagerten Träger des Schreib-/Lesekopfes angeordnet ist und -wobei die Spurfolge des Schreib-/Leseelements mit zumindest einer elektromagnetischen Aktuator-Einrichtung des Schreib-/Lesekopfes nachgeregelt wird. Die elektromagnetische Aktuator-Einrichtung des Schreib-/Lesekopfes kann dabei in geeigneter Weise durch Erregen zumindest einer Spule betätigt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Träger mit dem ersten Block durch zumindest eine Blattfeder federnd beweglich verbunden. Eine derartige Verbindung ist
5 besonders einfach mit MEMS-Technologie oder bekannter Silium-Mikromechanik herstellbar und kann mit sehr kleinen Abmessungen gefertigt werden.

Eine mikromechanische elektromagnetische Aktuator-Einrichtung
10 kann besonders vorteilhaft eine in Dünnschichttechnik, beziehungsweise galvanisch hergestellte Spule umfassen. Dünnschichttechnik wird in ähnlicher Weise vielfach auch zur Herstellung magnetischer Schreib/Leseelemente für moderne Festplatten eingesetzt. Diese Technik ist entsprechend gut
15 entwickelt und es lassen sich damit kleinste elektromagnetische Bauteile herstellen.

Es ist weiterhin von Vorteil, wenn die elektromagnetische Aktuator-Einrichtung auch zumindest ein Joch umfaßt. Mit
20 einem Joch können vom elektromagnetischen Element (dem aktiven Teil) Kräfte auf den Träger übertragen werden. Vorteilhaft kann für das Joch ein hochpermeables weichmagnetisches Material verwendet werden, um möglichst hohe Kräfte zu erzeugen.

25 Das elektromagnetische Element der Aktuator-Einrichtung kann ferner vorteilhaft eine Spule um einen Pol des Jochs umfassen. Diese Anordnung ist insbesondere mittels Dünnschicht-Technologie leicht herstellbar. Auch ist es möglich, daß das
30 Joch einen Schenkel aufweist, der zwei oder mehr Pole des Jochs verbindet, die von Spulen umgeben sind. Diese Spulen können dabei auch zu verschiedenen Aktuator-Einrichtungen gehören.

Die elektromagnetische Aktuator-Einrichtung kann gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorteilhaft zumindest ein magnetisierbares Element umfassen. Durch ein Magnetfeld, welches auf das Element einwirkt, kann so eine magnetische Kraft erzeugt werden, welche an dem magnetisierbaren Element angreift. Vorteilhaft ist ferner, wenn das magnetisierbare Element ein Rückflußjoch umfaßt. Eine derartige Struktur ist hinsichtlich der Ausnutzung des Magnetfelds besonders effektiv.

Die elektromagnetische Aktuator-Einrichtung kann auch ein permanent magnetisiertes Element umfassen. Mit einem derartigen Element können je nach Polarität des Magnetfelds entgegengesetzt wirkende Kräfte, anziehend oder abstoßend, erzeugt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfaßt der Schreib-/Lesekopf zwei elektromagnetische Aktuator-Einrichtungen mit jeweils einem mit dem Träger verbundenen oder integrierten Aktuator-Element, auf welches Kräfte mittels magnetischer Felder ausübbar sind, wobei das Schreib-/Leseelement in Leserichtung gesehen zwischen den beiden Aktuator-Einrichtungen angeordnet ist. Beispielsweise kann auf diese Weise durch Betätigung beider Aktuator-Einrichtungen eine Nachregelung des Abstands des Schreib-/Leseelementes zur Oberfläche des Datenträgers erfolgen, um beispielsweise eine Höhen-Feinregulierung bereitzustellen. Werden die Aktuator-Einrichtungen in unterschiedlicher Weise betätigt, so kann außerdem eine Verkippung, beziehungsweise eine Schwenkung des Schreib-/Leseelementes entlang einer im wesentlichen parallel zur Schreib-/Leserichtung verlaufenden Schwenkachse erreicht werden.

Bevorzugt weisen gemäß einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform weisen die magnetischen Aktuator-

Einrichtungen jeweils mit dem Träger verbundene oder im Träger integrierte Aktuator-Elemente auf, wobei das Schreib-/Leseelement in Leserichtung gesehen senkrecht zu einer Ebene durch die Aktuator-Elemente versetzt angeordnet ist. Auf diese Weise ergibt sich in Leserichtung gesehen eine T-förmige Anordnung der Aktuator-Elemente und des Schreib-/Leseelementes. Werden nun die magnetischen Aktuator-Einrichtungen unterschiedlich erregt oder betätigt, so kommt es ebenfalls, wie oben beschrieben zu einer Verkipfung des Schreib-/Leseelementes zur Datenträger-Oberfläche. Durch die T-förmige Anordnung wird dabei allerdings das Schreib-/Leseelement nicht nur verkippt, sondern auch lateral entlang der Datenträgeroberfläche versetzt, um beispielsweise eine laterale Spurnachregelung entlang der Oberfläche und quer zur Schreib-/Leserichtung zu erreichen. Diese laterale Verschiebung entlang der Oberfläche erfolgt dabei außerdem quer zur Leserichtung, so daß eine Nachführung des Schreib-/Leseelementes zur Lesespur durch Nachregelung der elektromagnetischen Aktuator-Einrichtungen möglich wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist der Schreib-/Lesekopf einen mit dem ersten Block verbundenen zweiten Block auf auf. Dabei ist die zumindest eine Aktuator-Einrichtung so angeordnet, daß die von der elektromagnetischen Aktuator-Einrichtung erzeugten magnetischen Kräfte zwischen Träger und dem zweiten Block wirken.

Dazu kann beispielsweise die Aktuator-Einrichtung ein mit dem zweiten Block verbundenes elektromagnetisches Element, sowie ein mit dem Träger verbundenes magnetisierbares und/oder permanent magnetisiertes Element, aufweisen. Ebenso kann umgekehrt die Aktuator-Einrichtung ein mit dem Träger verbundenes elektromagnetisches Element aufweisen, sowie ein mit dem zweiten Block verbundenes magnetisierbares oder

permanent magnetisiertes Element. Eine elektromagnetische Aktuator-Einrichtung kann auch elektromagnetische Elemente, wie insbesondere Spulen umfassen, die sowohl auf dem zweiten Block, als auch auf dem Träger angeordnet sind.

5 Dementsprechend können dann magnetische Kräfte zwischen den elektromagnetischen Elementen der Aktuator-Einrichtung erzeugt werden, wenn beide elektromagnetischen Elemente von Strom durchflossen, beziehungsweise erregt werden.

10 Vorteilhaft kann der Träger auch federnd auf dem zweiten Block abgestützt sein. Beispielsweise kann dazu eine Blattfeder mit dem Träger verbunden sein, die sich mit einer Nase auf dem zweiten Block abstützt.

15 Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht einen Schreib-/Lesekopf mit drei elektromagnetische Aktuator-Einrichtungen vor. Damit kann beispielsweise eine Spurnachführung und eine Höhenzustellung des Schreib-/Leseelementes durch unabhängig angesteuerte
20 elektromagnetische Aktuator-Einrichtungen erfolgen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Schreib-/Lesekopf als Flugkörper ausgebildet. Dieser ist im allgemeinen eingerichtet, auf einem dynamischen Luftlager
25 berührungslos zur Datenträgeroberfläche zu gleiten. Flugkörper sind insbesondere bei Festplatten verbreitet. Ein weiterer Einsatzfall für Flugkörper sind auch optische Datenspeicher, in denen Flugkörper einsetzbar sind. Der Einsatz von Flugkörpern ist beispielsweise für die nächste
30 Generation von DVD-Laufwerken vorgesehen.

Um die Gleitfläche des Flugkörpers vor Kollisionen mit der Datenträgeroberfläche zu schützen, ist es vorteilhaft, wenn
35 zumindest ein Bereich der Gleitfläche des Flugkörpers mit diamantartigem Kohlenstoff (DLC) beschichtet ist.

Insbesondere kann die Gleitfläche auch Gleitkufen aufweisen, die mit DLC beschichtet sind.

Die Erfindung sieht auch ein Verfahren vor, mit welchem ein erfindungsgemäßer Schreib-/Lesekopf hergestellt werden kann. Diese umfaßt die Schritte:

- Aufbringen zumindest einer Blattfeder auf einer ersten Seite eines ersten Blocks, welche einen ersten Abschnitt des Blocks mit einem weiteren Abschnitt des Blocks verbindet,
 - Abtrennen des ersten Abschnitts um daraus einen Träger für ein Schreib-/Leseelement zu bilden,
 - Aufbringen eines Schreib-/Leseelements (2) auf den ersten Abschnitt,
 - Anordnen eines elektromagnetischen Elements entweder auf einem zweiten Block oder auf dem Träger,
 - Anordnen eines magnetisierbaren Elements oder eines permanent magnetisierten Elements oder eines weiteren elektromagnetischen Elements entweder auf dem Träger oder dem zweiten Block,
 - Zusammenfügen des ersten Blocks mit dem zweiten Block.
- Das Anordnen eines magnetisierbaren Elements oder eines permanent magnetisierten Elements oder eines weiteren elektromagnetischen Element erfolgt dabei auf dem Träger, wenn das elektromagnetische Element auf dem zweiten Block angeordnet wird, oder umgekehrt, auf dem zweiten Block, sofern das elektromagnetische Element auf dem Träger angeordnet wird.

Die Reihenfolge der Verfahrensschritte wird nicht zwingend in der oben angegebenen Reihenfolge vorgenommen. So kann beispielsweise das Aufbringen zumindest einer Blattfeder auch nach dem Abtrennen des ersten Abschnitts des ersten Blocks erfolgen. Die Verfahrensschritte können insbesondere auch in mehreren Zwischenschritten ausgeführt werden, die in die Ausführung anderer Verfahrensschritte eingeschoben sind.

Vom ersten Abschnitt des ersten Blocks, welches den Träger bildet, kann vorteilhaft auch Material auf der Seite abgetragen werden, welche der Seite gegenüberliegt, mit welcher den ersten Block mit dem zweiten Block zusammengefügt wird. Auf diese Weise wird erreicht, daß der Träger eine geringere Dicke als der erste Block, beziehungsweise dessen zweiter Abschnitt aufweist, so daß der Träger bei einer Montage des Schreib-/Lesekopfes auf dem Federsystem ausreichende Bewegungsfreiheit hat.

Um hinreichend große Magnetfelder mit dem magnetisierbaren Element zu erreichen, ist es von Vorteil, wenn das Anordnen eines magnetisierbaren Elements das Aufbringen einer Spulenanordnung umfaßt. Diese kann einlagig sein, möglich ist aber auch eine helixförmige Spule. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird insbesondere eine zumindest zweilagige Spulenanordnung aufgebracht.

Vorteilhaft kann das Anordnen eines elektromagnetischen Elements auf einem zweiten Block oder auf dem Träger das galvanische Abscheiden eines elektromagnetischen Elements, wie insbesondere einer Spule umfassen. Mit der Technik des galvanischen Abscheidens können sehr kleine leitende Strukturen direkt auf einer Unterlage aufgebracht werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist dazu vorgesehen, zunächst eine leitende Kontaktschicht abzuscheiden, darauf eine Photoresist-Schicht aufzubringen, diese

photolithographisch negativ entsprechend den Strukturen des elektromagnetischen Elements zu strukturieren, eine leitende Schicht galvanisch abzuscheiden und anschließend die Photoresist-Schicht abzulösen. Um mehrlagige elektromagnetische Elemente, wie insbesondere zwei- oder mehrlagige Spulen auf dem Block anzuordnen können diese

Verfahrensschritte vorteilhaft auch zwei- oder mehrmals, jeweils einmal für jede Lage wiederholt werden.

Um das vom elektromagnetischen Element erzeugte Magnetfeld zu
5 verstärken, kann vorteilhaft das Anordnen eines
elektromagnetischen Elements auf einem zweiten Block oder auf
dem Träger das Aufbringen eines Jochs umfassen. Ebenso ist es
vorteilhaft zur Erreichung hinreichend großer magnetischer
Kräfte, wenn das Anordnen eines magnetisierbaren Elements
10 oder eines permanent magnetisierten Elements oder
elektromagnetischen Elements entweder auf dem Träger oder dem
zweiten Block das Aufbringen eines Jochs umfaßt. Dieses Joch
kann mit Vorteil ein Rückflußjoch für das Joch des
elektromagnetischen Elements bilden. Beide Joche können gemäß
15 einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ebenfalls
galvanisch abgeschieden werden.

Um die zumindest eine Blattfeder herzustellen, sieht eine
Ausführungsform der Erfindung weiterhin vor, einen ersten
20 Block zu verwenden, welcher auf der ersten Seite eine
Opferschicht aufweist. Dann kann das Herstellen der Feder in
einfacher Weise mikromechanisch erfolgen, indem
-die Opferschicht photolithographisch strukturiert wird, so
daß die Opferschicht in Verankerungsbereichen der Blattfeder
25 entfernt wird,
-dann ganzflächig eine Schicht aus polykristallinem Silizium
aufgebracht,
-die Schicht aus polykristallinem Silizium
photolithographisch strukturiert, und
30 -die Opferschicht entfernt wird.

Die beiden Blöcke werden außerdem bevorzugt so
zusammengefügt, daß die empfindliche Blattfeder dem zweiten
Block zugewandt ist. Um die Bewegung der Blattfeder nicht
35 einzuschränken, kann vorteilhaft das Zusammenfügen der Blöcke

unter Verwendung eines Abstandshalters erfolgen.

Bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren weitgehend im Waferverbund durchgeführt. Dazu kann der Schritt des
 5 Zusammenfügens des ersten Blocks mit dem zweiten Block vorteilhaft den Schritt des Zusammenfügens eines ersten Wafers mit einem zweiten Wafer umfassen. Vorher können auch die Schritte des Aufbringen zumindest einer Blattfeder auf einer ersten Seite eines ersten Blocks, welche einen ersten
 10 Abschnitt des Blocks mit einem weiteren Abschnitt des Blocks verbindet, des Abtrennens des ersten Abschnitts um daraus einen Träger für ein Schreib-/Leseelement zu bilden, des Anordnens eines elektromagnetischen Elements entweder auf einem zweiten Block oder auf dem Träger, und des Anordnens
 15 eines magnetisierbaren Elements oder eines permanent magnetisierten Elements oder eines elektromagnetischen Elements entweder auf dem Träger oder dem zweiten Block im Waferverbund durchgeführt werden.

20 Die Erfindung wird nachstehend genauer und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert. Dabei verweisen gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche Teile.

Es zeigen:

25

- Fig. 1 schematisch den Aufbau eines Flugkörpers,
- Fig. 2 einen Gesamtaufbau eines Schreib-/Lesearms,
- Fig. 3 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopfes für Festplattenspeicher,
- Fig. 4 eine Ansicht eines zweiten Blocks des in Fig. 3 gezeigten erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopfes,
- Fig. 5 eine Ansicht eines ersten Blocks 11 des in Fig. 3 gezeigten Schreib-/Lesekopfes,
- Fig. 6A und die prinzipielle Funktion des erfindungsgemäßen

- 6B Schreib-/Lesekopfes,
 Fig. 7 eine Gestaltungsvariante des erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopfes,
 Fig. 8A bis 8E Gestaltungsvarianten der elektromagnetischen Aktuator-Elemente der Aktuator-Einrichtung.
 Fig. 9A eine Ausführungsform des Schreib-/Lesekopfes als Magnetbandkopf,
 Fig. 9B eine Ausführungsform als Flugkörper für optische Speicher,
 Fig. 10A Anhand schematischer Ansichten
 bis 10F Verfahrensschritte zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Körpers eines Schreib-/Lesekopfes.

Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau eines als Flugkörper ausgebildeten Schreib-/Lesekopfes, wie er typischerweise in Festplattenspeichern zu finden ist. Der Flugkörper trägt auf seiner Unterseite eine profilierte Gleitfläche 10, die sog
 "Air Bearing Surface (ABS)", welche zusammen mit der als Datenträger dienenden Magnetplatte ein dynamisches Luftlager bildet und das Schreib-/Leseelement 2 auf einer bestimmten Flughöhe hält. Typische Flughöhen liegen derzeit bei 15 nm.

Fig. 2 zeigt einen Gesamtaufbau eines Schreib-/Lesearms, wie er typischerweise in Festplattenspeichern zu finden ist. Bei einer derartigen Anordnung ist ein als Flugkörper ausgebildeter Schreib-/Lesekopf 1 an einer Aufhängung 4 ("Suspension") befestigt, die mittels eines Positionierers 3 bewegt wird. Bisher haben in Festplattenspeichern eingesetzte Flugkörper weder die Möglichkeit einer Feinzustellung zur Spurfolge, noch eine Einrichtung zur Einstellung der Flughöhe. Spurzugriff und Spurfolge sind miteinander kombiniert und werden durch den Positionierer 3 bewerkstelligt, der den Flugkörper 1 über Aufhängung 4 und

Flugkörper 1 über der gewünschten Datenspur 6 positioniert.

Fig. 3 zeigt eine Ansicht eines erfindungsgemäßen, als Ganzes mit dem Bezugszeichen 1 bezeichneten Schreib-/Lesekopf mit integriertem Mikroaktuator. Der Schreib-/Lesekopf 1 ist dabei als Flugkörper ausgebildet. Er umfaßt einen ersten Block 11, und einen mit dem ersten Block 11 beweglich verbundenen Montageblock oder Träger 14, auf welchem ein Schreib-/Leseelement 2 angeordnet ist. Außerdem weist der Flugkörper zwei elektromagnetische Aktuator-Einrichtungen mit jeweils einem elektromagnetischen Element zur Erzeugung von magnetischen Kräften auf, die auf den Träger 14 vermittelt werden. Dazu befinden sich auf einem zweiten Block 7, welches das Flugkörper-Unterteil bildet, die Aktivteile des magnetischen Antriebes in Form von elektromagnetischen Elementen 8 und 9. Die Gleitfläche 10 des zweiten Blocks 7 ist der Datenplatte zugewandt.

Der erste Block 11, welches das Flugkörper-Oberteil bildet, weist ein Federsystem auf, welches in dieser Ausführungsform zwei Blattfedern 12 und 13 umfaßt. Die Federn 12 und 13 schaffen eine federnd bewegliche Verbindung des daran angebrachten Trägers 14 zum ersten Block 11. Die Seite 15 dient als Montagefläche für das Federsystem 4. Am Träger 14 ist ein Schreib-/Lesechip 16 befestigt. Der Schreib-/Lesechip 16 trägt das vorzugsweise dünnfilmtechnisch hergestellte Schreib-/Leseelement 2. Er ist mit dem Träger 14 durch einen Bondbereich 17 verbunden. Das Schreib-/Leseelement 2 kann auch, anders als in Fig. 3 dargestellt ist, auf der dem Bondbereich 17 zugewandten Seite angeordnet sein.

Zwischen dem ersten und zweiten Block 11 und 7 ist außerdem ein Abstandshalter oder Zwischensubstrat 18 angeordnet, welches den gewünschten Abstand zwischen oberen und unteren Flugkörperteilen herstellt, um den Blattfedern 12, 13,

beziehungsweise dem Träger 14 hinreichend Bewegungsspielraum zu geben.

Fig. 4 zeigt eine Ansicht des unteren Flugkörperteils, beziehungsweise des zweiten Blocks 7. Auf der Seite 71 - sie ist dem oberen Flugkörperteil, beziehungsweise dem ersten Block 11 zugewandt - befinden sich die elektromagnetischen Elemente 8 und 9 der Magnetsysteme oder elektromagnetischen Aktuator-Einrichtungen. Das elektromagnetische Element 8 umfaßt ein Joch 19 mit den Polen 20 und 21 und eine Spule 22. Das elektromagnetische Element 9 umfaßt ein Joch 23 mit den Polen 24 und 25 und eine Spule 26.

Fig. 5 zeigt eine Ansicht des oberen Flugkörperteils, beziehungsweise des ersten Blocks 11 mit damit federnd verbundenem Träger 14. Auf der dem zweiten Block 7 zugewandten Seite 141 des Trägers 14 des oberen Flugkörperteils sind passive Elemente der elektromagnetischen Aktuator-Einrichtungen in Form zweier magnetisierbarer Elemente 28 und 29 angeordnet. Sind die Blöcke zusammengefügt, so wirken die von der elektromagnetischen Aktuator-Einrichtung erzeugten magnetischen Kräfte zwischen Träger 14 und dem zweiten Block 7, indem die elektromagnetischen Elemente 9 und 10 auf dem zweiten Block 7 jeweils ein Magnetfeld erzeugen, welches auf die mit dem Träger 14 verbundenen magnetisierbaren Elemente 28 und 29 einwirkt, so daß sich die elektromagnetischen Elemente 9 und 10 und die magnetisierbaren Elemente 28 und 29 anziehen.

Zwei am ersten Block 11 befestigte Blattfedern 12 und 13 tragen den Träger 14. Seine Fläche 27 dient als Montagefläche für den in Fig. 5 zum Zwecke der Übersichtlichkeit nicht dargestellten Schreib-/Lesechip 16. Die Herstellung der Blattfedern erfolgt in Dünnschicht-Oberflächentechnologie, die Freilegung des Blocks in Dünnschicht-Volumentechnologie.

Gegensinnige oder einseitige Auslenkung mittels der Aktuator Einrichtungen führt zu einer Schwenkung, gleichsinnige zu einer Vertikalbewegung des Trägers 14. Da die Winkel nur klein sind, führt die Schwenkung primär zu einer Auslenkung des Trägers 14 und damit zu einer Lateralbewegung des daran befestigten Schreib-/Lesechips. Eine gleichsinnige Auslenkung bewirkt eine Vertikalbewegung und damit eine Zustellung der Flughöhe.

Die Fig. 6A und 6B zeigen die prinzipielle Funktion des erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopfes, wobei das System in Schreib-/Leserichtung betrachtet wird. Träger 14 und Schreib-/Lesechip 16 sind schematisch als Balken gezeigt. Wie auch anhand von Fig. 3 zu erkennen ist, ist das Schreib-/Leseelement 2 in Leserichtung gesehen zwischen den beiden Aktuator-Elementen angeordnet. Das Schreib-/Leseelement umfaßt hier einen Schreib-/Lesespalt 30. Insbesondere ist das Schreib-/Leseelement 2 in Leserichtung gesehen senkrecht zu einer Ebene durch die Aktuator-Elemente des Trägers 14 versetzt angeordnet, so daß sich die in den Fig. 6A und 6B schematisch dargestellte T-förmige Anordnung ergibt.

Der Schreib-/Lesespalt 30 befindet sich an dem in den Fig. 6A und 6B nach unten zeigenden, der Datenträgeroberfläche zugewandten Ende des Schreib-/Lesechips. Um beispielsweise die Flughöhe einzustellen, fließt in der Spule 22 des elektromagnetischen Aktuator-Elements 8 im wesentlichen der gleiche Strom wie in der Spule 26 des Aktuator-Elements 9. Damit wirken beide Aktivteile mit gleicher Kraft auf die magnetisierbaren Elemente 28 und 29 ein, was zu einer vertikalen Bewegung des Schreib-/Lesespalts 30 bis zur Einstellung eines Kräftegleichgewichts aus einwirkender magnetischer Kraft und Rückstellkraft der Federn 12, 13 führt. Diesen Modus der Nachführung zeigt Fig. 6A.

Unterschiedliche Ströme durch die Spulen 22 und 26 der beiden elektromagnetischen Elemente 8 und 9 führen dagegen, wie Fig. 6B zeigt, zu einer Schwenkung. Erregt man beispielsweise das elektromagnetische Aktuator-Element 8 stärker als das rechte Aktuator-Element 9, so resultiert hieraus eine stärkere anziehende Kraft auf das magnetisierbare Element 28 als auf das magnetisierbare Element 29, was in der in den Fig. 6A und 6B gezeigten Blickrichtung zu einer Schwenkung entgegen dem Uhrzeigersinn führt. Die magnetischen Anziehungskräfte sind durch die von den waagerechten dargestellten Schenkeln ausgehenden Pfeile symbolisiert. Auf Grund der kleinen Winkel und der T-förmigen Anordnung von Schreib-/Leseelement 2, beziehungsweise dessen Schreib-/Lesespalt 30 und der beiden magnetisierbaren Aktuator-Elemente 28 und 29 wird dadurch der Schreib-/Lesespalt 30 lateral entlang der Datenträgeroberfläche verschoben. Um eine Spurfolge zu erzielen, rotiert das System also um eine Schwenkachse, die parallel zur Schreib-/Leserichtung verläuft, beziehungsweise bei einer wie in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform um die Längsachse des Flugkörpers.

Fig. 7 zeigt eine Gestaltungsvariante des erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopfes. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß der Träger 14 federnd auf dem zweiten Block abgestützt ist. Dazu weist der Schreib-/Lesekopf eine dritte, zentral angeordnete Blattfeder 31 auf, welche am Träger 14 befestigt ist und sich mit der Nase 32 auf dem zweiten Block 7 abstützt. Diese Anordnung erlaubt unter anderem eine besonders feinfühlig Verstellung des Abstands des Schreib-/Leseelements zur Datenträgeroberfläche. Alternativ kann die Nase auch auf dem zweiten Block 7 angeordnet sein und sich auf der zentral angeordneten Blattfeder 31 abstützen.

Die Fig. 8A bis 8E zeigen Gestaltungsvarianten der elektromagnetischen Aktuator-Elemente der Aktuator-Einrichtung. Fig. 8A stellt den bisher gezeigten Aufbau mit zwei aktiven elektromagnetischen Elementen 8 und 9 dar, welche jeweils eine Spule 22, beziehungsweise 26, sowie Joch 19 und 23 mit Polen 20, 21, beziehungsweise 24, 25 umfassen.

Die in Fig. 8B dargestellte Gestaltungsvariante weist eine andere Lage von Joch und Polen auf. Die Joch 19 und 23 stehen bei dieser Variante schräg zueinander.

Fig. 8C zeigt eine Ausführungsform, bei welcher ein gemeinsamer Schenkel eines Jochs 191 die Spulen 22, 26 zweier elektromagnetischer Aktuator-Einrichtungen verbindet.

Fig. 8D zeigt ein Beispiel einer Ausführungsform der Erfindung mit drei elektromagnetischen Aktuator-Einrichtungen. Dementsprechend sind bei dieser Ausführungsform drei elektromagnetische Elemente mit Spulen 221, 222, 223 vorhanden, welche die Pole 201, 203, 205 dreier Joch 191, 192, 193 umgeben. Diese Anordnung erlaubt beispielsweise eine getrennte Ansteuerung von Spurfolge- und Flughöhenzustellung.

Die in Fig. 8E dargestellte Konfiguration weist ebenfalls drei aktive Teile auf, diesmal jedoch mit einem gemeinsamen Joch 191 mit drei Polen 201, 202, 203, welche von den Spulen 221, 222, 223 dreier elektromagnetischer Aktuator-Einrichtungen umgeben sind.

Der erfindungsgemäße Schreib-/Lesekopf mit integriertem Mikroaktuator läßt sich nicht nur in Festplattenspeichern, sondern auch beispielsweise in Bandlaufwerken und optischen Datenspeichern einsetzen. Fig. 9A zeigt eine Ausführungsform des Schreib-/Lesekopfes als Magnetbandkopf.

Anstelle des Schreib-/Lesechips 16 kommt ein Mehrspurkopf 33 zum Einsatz, der ebenfalls an dem Träger 14 befestigt wird. In der gezeigten Version liegt der mit dem Band in Kontakt befindliche Kopfspiegel 34 gegenüber der Montagefläche am Träger 14. Im Kopfspiegel 34 befinden sich typischerweise in zwei Zeilen die Schreib-/Lese-Elemente 331 und 332 des Mehrspurkopfs 33. Das Band läuft quer über den Kopf, die Spurzustellung erfolgt in vertikaler Richtung. Alternativ kann der Kopfspiegel auch an einer der Seiten 333, 334 des Mehrspurkopfes 33 angeordnet sein. Diese Version erlaubt, neben einer Spurzustellung durch Schwenken, analog zum Festplattenspeichereinsatz eine aktive Bandkraftkontrolle.

Ein weiterer Einsatzfall sind optische Datenspeicher, die Flugkörper einsetzen. Auch der Einsatz von Flugkörpern ist für die nächste Generation von DVD-Laufwerken ins Auge gefasst. Dazu zeigt Fig. 9B eine mögliche Ausführungsform eines Flugkörpers mit Mikroaktuator für optische Speicher. Hierzu ist ein Träger 37 für ein optisches Schreib-/Leseelement mit einem optischen System, welches eine Linse 38 umfaßt, oder ein magnetooptisches Schreib-/Leseelement, das ein Magnetsystem 39 mit Linse 38 umfaßt, am Träger 14 befestigt, je nachdem, ob die Speicherung optisch oder magnetooptisch erfolgt. In diesem Anwendungsfall ist wie beim Festplattenspeicher eine Lateral- und Vertikalzustellung möglich. Bei der in Fig. 9B gezeigten Ausführungsform wird außerdem nicht, wie bei der in den Fig. 3 gezeigten Ausführungsform die Fläche 15, sondern die gegenüberliegende Fläche 10 als Montagefläche verwendet.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen von Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopfes 1 beschrieben. Die Herstellung von für den Schreib-/Lesekopf geeigneten Jochen, Spulen und in dieser

Anmeldung als Festkörpergelenke bezeichneten Blattfedern wird auch in der Europäischen Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 00 991 152.0 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt diesbezüglich vollumfänglich auch zum
5 Gegenstand der vorliegenden Erfindung gemacht wird.

Die Fig. 10A bis 10F zeigen Verfahrensschritte zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Schreib-/Lesekopfes. Das Verfahren wird bevorzugt im Waferverbund durchgeführt, wobei
10 der fertige Schreib-/Lesekopf zwei Blöcke umfaßt. Das Gesamtsystem wird auf zwei Wafern aufgebaut, die dann durch geeignete Aufbautechnik miteinander verbunden werden.

In Fig. 10A ist zunächst ein erster Wafer 36 mit einem ersten
15 Block 7 dargestellt. Auf diesem Wafer erfolgt der Aufbau des Federsystems und des Trägers für den Schreib-/Lesechip sowie des magnetischen Rückschlusses oder der magnetisierbaren Elemente der elektromagnetischen Aktuator-Einrichtungen.

20 Der Block 11 im Wafer 36 ist in drei gedachte Abschnitte 112, 113 und 114 untergliedert. Auf einer ersten Seite 361 des Wafers 36, beziehungsweise des darin eingebetteten Blockss 7 und Trägers 14 ist außerdem eine Opferschicht 363 vorhanden. Bevorzugt umfaßt die Opferschicht 363 eine Siliziumoxid-
25 Schicht. Auf diese Seite 361 werden die Blattfedern 12 und 13 aufgebracht, wobei die Blattfedern den ersten Abschnitt 112 mit dem weiteren Abschnitt 113 verbinden. Vorzugsweise wird für den ersten Wafer 36 ein Siliziumwafer verwendet.

30 Fig. 10B zeigt den Wafer 36 nach einer ersten Verarbeitungsphase. Zunächst wird die Opferschicht durch photolithographisches Strukturieren in vorgesehenen Verankerungsbereichen 365, 366 entfernt, in denen die Verankerung der Blattfedern erfolgt, die den Träger halten.
35 Dazu wird eine Photomaske erzeugt, das Siliziumdioxid reaktiv

geätzt und die Maske abgelöst. Anschließend wird ganzflächig eine Schicht aus polykristallinem Silizium aufgebracht woraus später insbesondere die Blattfedern entstehen. Die Herstellung der Blattfedern folgt mittels einschlägiger und dem Fachmann bekannter Prozesse der Silizium-Mikromechanik.

Anschließend erfolgt das Rücksetzen und das Abtrennen des Abschnitts 112 vom Hauptteil 113 des Blocks 11, sowie das Entfernen des Abschnitts 114. Das Rücksetzen ist vorteilhaft, um im montierten Zustand Kontakt mit der Suspension zu vermeiden. Das Abtrennen des Montageblocks vom Hauptteil des oberen Flugkörpers ist von Vorteil, um dem Montageblock nach dem später erfolgenden Entfernen der Opferschicht unter den Blattfedern volle Beweglichkeit zu geben. Dazu wurde im Bereich des Abschnitts 112 Material auf der Seite 362 des Wafers abgetragen, so daß dieser Abschnitt eine geringere Dicke aufweist als der Abschnitt 113. Hierzu wird zunächst die (in Fig. 4 nach oben gerichtete) Seite 362 des Wafers mittels einer Photomaske maskiert und die Öffnung mittels reaktiven Ätzens erzeugt. Außerdem wurde der Abschnitt 112 vom Abschnitt 113 abgetrennt, um daraus einen Träger für ein Schreib-/Leseelement zu bilden. Das Entfernen des Abschnitts 114 ist vorteilhaft, um beispielsweise später Kontaktpads des mit dem Block 11 verbundenen weiteren Blocks zugänglich zu machen. Die Schritte können durch photolithographische Strukturierung und reaktives Ätzen erfolgen.

Die nächsten Fertigungsschritte finden wiederum an der Seite 361 des Wafers 36 statt. Es wird mittels einer Photomaske die Struktur von Blattfeder mit Verankerung definiert und anschließend durch reaktives Ätzen erzeugt.

Als nächstes wird die obere Flussführung, beziehungsweise die mit dem Träger verbundenen magnetisierbaren Elemente 28, 29 aufgebracht, die Schrittfolge entspricht der weiter unten

dargestellten Schrittfolge beim Herstellen der Jochschenkel der Joche der elektromagnetischen Aktuator-Einrichtungen. Zum Abschluss erfolgt die Freilegung von Blattfedern und Montageblock durch Ätzen der SiO_2 -Opferschicht 363. Dieser Verarbeitungszustand ist in Fig. 10C dargestellt.

Fig. 10D zeigt einen zweiten Wafer 35. Aus diesem wird der zweite Block 7 mit den Aktivteilen, beziehungsweise elektromagnetischen Aktuator-Elementen 8 und 9 hergestellt.

Das Material dieses Wafers kann Silizium oder auch Aluminiumoxid-Titankarbid ("Altic") sein. Zunächst wird auf der Waferseite 351 das Profil der Gleitfläche 10 erzeugt. Dies geschieht in mehreren Stufen mittels Ionenstrahlätzen oder reaktiven Ionenätzen. Vor jedem Ätzvorgang wird die gewünschte Gleitflächen-Kontur mittels Photolithographie definiert. Nach Fertigstellung der Gleitfläche wird die Waferoberfläche mit diamantartigem Kohlenstoff "Diamond-like carbon, DLC" beschichtet, das später als Verschleißschutz dient. Bei der Erzeugung der ABS werden ferner einige Noppen erzeugt, deren Höhe unter der Flughöhe des Systems liegen. Sie dienen zum Schutz der ABS bei späteren Einschleifvorgängen zum Einstellen der Polhöhe des Schreib-/Leseelements.

Nach der Fertigstellung der Seite 351 erfolgt nun auf der gegenüberliegenden Seite 352 der Aufbau der elektromagnetischen Aktuator-Elemente. Der erste Fertigungsschritt ist die Herstellung der Jochschenkel 195, 235. Die Einzelschritte hierfür sind: Niederschlag einer Kontaktschicht aus dem Magnetwerkstoff mittels Kathodenzerstäubens, Erzeugen einer Photomaske, die ein Negativ der zu erzeugenden Magnetschenkelstruktur darstellt, galvanische Abformung des Schenkels, Strippen des Photoresists und Entfernen der Kontaktschicht mittels Ionenstrahlätzen.

Nun folgt die Aufbringung einer planarisierenden Isolierschicht 355, wobei hierzu ein fotoempfindliches Epoxydharz zum Einsatz kommt. In den Bereichen, in denen später die Pole des Magnetsystems aufwachsen, wird mittels geeigneter Photolithographieschritte hierfür jeweils eine Öffnung 357 erzeugt. Dieser Verarbeitungszustand des Wafers 35 ist in Fig. 10D dargestellt.

Als nächstes erfolgt die Fertigung der zweilagigen Spule. Die Herstellung der ersten Spulenlage 261 sowie der Zuleitungen und der Anschlussflecken oder Kontaktpads 263 erfolgt beispielsweise mittels der folgenden Einzelschritte:

Niederschlag einer Kontaktschicht aus Leitermaterial mittels Kathodenzerstäubens, Erzeugen einer Photomaske, die eine Negativform der zu erzeugenden Spulenlage darstellt, galvanische Abformung von Leitern und Spulenlage, Strippen des Photoresists und Ätzen der Kontaktschicht. Als nächstes wird diese Spulenlage isoliert, wobei wiederum ein fotoempfindliches Epoxydharz zum Einsatz kommt. In den Bereichen der Magnetpole und zur Herstellung eines Vias, also von Durchführungen zur nächsthöheren Spulenlage, erhält die Schicht geeignete Fenster. Danach erfolgt die Fabrikation von Vias mittels galvanischer Abformung. Nun folgt die

Herstellung der zweiten Spulenlage 262, sowie der Zuleitungen 264, die in der Schrittfolge mit denen zur Herstellung der ersten übereinstimmt. Auf die fertiggestellte zweite Spulenlage und Zuleitungen wird erneut eine organische, fotoempfindliche Isolierschicht aufgebracht, die wiederum im Bereich der Magnetpole Fenster erhält. Eine galvanische Verstärkung der Kontaktflecken 263 - hierzu kann erneut eine Photomaskierung verwendet werden, um nur an den Kontaktpads Schichtaufbau zu erzielen - schließt den Spulenaufbau ab. Die Spulen sind durch das Aufbringen photoempfindlicher Isolierschichten und Abscheiden der Spulenlagen so insgesamt

in eine isolierende Schicht 265 aus photoempfindlichem Epoxidharz eingebettet.

Eine anorganische Schutzschicht 359 bettet die Gesamtstruktur mit Ausnahme der Kontaktpads - sie werden mittels einer Photomaske abgedeckt - ein. Die Fertigstellung des Magnetsystems erfolgt mit dem galvanischen Aufwachsen der Magnetpole, gefolgt von einer Planarisierung des Wafers. Nach der Planarisierung werden galvanisch auf den Polflächen Anschläge erzeugt. Den Abschluss bildet eine Passivierung des gesamten Wafers mit Ausnahme der mittels einer Photomaske abgedeckten Kontaktpads durch Aufbringen einer Passivierungsschicht. Diesen Verarbeitungszustand zeigt Fig. 10E.

Damit ist der Waferprozess für beide Wafer abgeschlossen. Als nächstes erfolgt die Herstellung des Gesamtsystems durch Verbinden der Wafer und durch das Aufbringen des Schreib-/Lesechips 16. Auf Grund des notwendigen Abstandes zwischen den beiden Wafern 35, 36 erfolgt die Verbindung der Wafer nicht direkt, vielmehr ist ein dazwischen angeordneter Abstandhalter von Vorteil.

Die Verbindung der drei Teile (Wafer 35, Abstandhalter 18 und Wafer 36) erfolgt mittels eines Bondprozesses. Durch Trennschleifen erfolgt ein Vereinzeln in Barren. Auf Barrenniveau werden die Schreib-/Lesechips 16 durch einen Bondprozess am Montageblock montiert, danach erfolgt das Zertrennen der Barren in Einzelsysteme, beziehungsweise Schreib-/Leseköpfe. Dieser abschließende Verarbeitungszustand, der im wesentlichen einer Seitenansicht der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform entspricht, ist in Fig. 10F dargestellt.

Als Werkstoff für die Wafer 35, 36 für ersten Block 11 und zweiten Block 7 eignet sich Silizium, wobei für den Wafer 35 mit dem zweiten Block 7 alternativ unter anderem auch Aluminiumoxid-Titankarbid ("Altic") in Frage kommt. Als Werkstoff für den Abstandhalter eignet sich Keramik, Metall oder auch Silizium. Der Waferwerkstoff des Schreib-/Lesechips kann ebenfalls Altic oder Silizium sein. Als Schutzschicht für die Gleitkufen kommt bevorzugt DLC zum Einsatz. Für die magnetisierbaren Elemente und die Joche kommt bevorzugt weichmagnetisches Material mit hoher Sättigungsflussdichte zum Einsatz. Besonders geeignet sind als "Permalloy" bezeichnete Nickel-Eisen-Legierungen, und zwar in der Zusammensetzung NiFe(81-19), oder NiFe (45-55), als "Sendust" bezeichnetes AlFeSi und NiFeTa. Da sich Nickel-Eisen galvanisch abscheiden läßt, ist es ein bevorzugter Material. Bevorzugtes Leitermaterial für Zuleitungen und Spulenwicklungen ist Kupfer, da es wesentlich geringere Neigung zu Elektromigration zeigt als andere Leiter. Prinzipiell lassen sich aber auch andere elektrisch leitende Werkstoffe einsetzen. Als Isolator eignen sich anorganische Werkstoffe wie Al_2O_3 , oder SiO_2 die sich auch gut als Passivierungsschichten nutzen lassen. Ferner sind aber auch organische Werkstoffe tauglich, die insbesondere dann von Vorteil sind, wenn sie sich photolithographisch strukturieren lassen. Ein fotoempfindliches Epoxydharz mit der Markenbezeichnung SU8 ist hier besonders geeignet. Als Werkstoff für die Blattfedern eignet sich besonders polykristallines Silizium (Polysilizium) oder Siliziumdioxid (SiO_2).

Bezugszeichenliste:

1	Schreib-/Lesekopf
2	Schreib-/Leseelement
3	Positionierer
4	Suspension
5	Magnetkopf
6	Datenspur
7	zweiter Block
8, 9	elektromagnetische Elemente
10	Gleitfläche
11	erster Block
12, 13	Blattfedern
14	Montageblock, Träger
15	Seite von 11
16	Schreib-/Lesechip
17	Bondbereich für Chip 16
18	Abstandshalter
19, 23, 191,	Joch
192, 19	
20, 21, 24,	Pole
25, 201 -	
204	
22, 26, 221	Spulen
- 223	
23	Joch, rechts
27	Montagefläche Montageblock-Chip
28, 29	magnetisierbares Element
30	Schreib-/Lesespalt
31	Zentrale Blattfeder
32	Nase
33	Mehrspurkopf
34	Kopfspiegel, Version A
35	Unterer Wafer

36	Oberer Wafer
37	Träger für optisches System
38	Linse
39	Magnetspule
40	Schicht aus polykristallinem Silizium
71	dem ersten Block 11 zugewandte Seite von 7
112, 113,	Abschnitte von 11
114	
141	dem zweiten Block 7 zugewandte Seite von 14
195, 235	Schenkel von 19, 23
261	erste Spulenlage
262	zweite Spulenlage
263	Kontaktpads
264	Zuleitung
265	isolierende Schicht
331, 332	Schreib-/Lese-Elemente von 33
333, 334	Seiten von 33
355	planarisierende Isolierschicht
357	Öffnung in 355
359	anorganische Schutzschicht
361, 362	Seiten von 36
363	Opferschicht
365, 366	Verankerungsbereiche in 363

Patentansprüche

1. Schreib-/Lesekopf (1), mit
-einem ersten Block (11), und
5 -einem mit dem ersten Block (11) beweglich verbundenen
Träger (14) mit einem Schreib-/Leseelement (2), und
-zumindest einer elektromagnetischen Aktuator-
Einrichtung mit zumindest einem elektromagnetischen
Element (8, 9) zur Erzeugung von magnetischen Kräften,
10 die auf den Träger (14) vermittelt werden.
2. Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß der Träger (14) mit dem Block (11)
durch zumindest eine Blattfeder (12, 13) federnd
15 beweglich verbunden ist.
3. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden
Ansprüche, wobei die elektromagnetische Aktuator-
Einrichtung zumindest ein mit dem Träger (14)
20 verbundenes oder integriertes Aktuator-Element aufweist,
auf welches Kräfte mittels magnetischer Felder ausübbar
sind.
4. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das
25 elektromagnetische Element (8, 9) eine in
Dünnschichttechnik, beziehungsweise galvanisch hergestellte
Spule (22, 26) umfaßt.
5. Schreib-/Lesekopf gemäß einem vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische
Aktuator-Einrichtung (8, 9) zumindest ein Joch (19, 23)
30 umfaßt.

6. Schreib-/Lesekopf Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das elektromagnetische Element der Aktuator-Einrichtung eine Spule um einen Pol eines Jochs umfaßt.
- 5 7. Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch einen Schenkel aufweist, der zwei oder mehr Pole des Jochs verbindet, die von Spulen umgeben sind.
- 10 8. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Aktuator-Einrichtung (9, 10) zumindest ein magnetisierbares Element umfaßt.
- 15 9. Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetisierbare Element ein weichmagnetisches Material aufweist.
- 20 10. Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetisierbare Element ein Rückflußjoch umfaßt.
- 25 11. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Aktuator-Einrichtung (8, 9) zumindest ein permanent magnetisiertes Element aufweist.
- 30 12. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zwei elektromagnetische Aktuator-Einrichtungen (8, 9) mit jeweils einem mit dem Träger (14) verbundenen oder integrierten Aktuator-Element, auf welches Kräfte mittels magnetischer Felder ausübbar sind, wobei das Schreib-/Leseelement in Leserichtung gesehen zwischen den beiden Aktuator-Elementen (8, 9) angeordnet ist.
- 35

13. Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Schreib-/Leseelement in Leserichtung gesehen senkrecht zu einer Ebene durch die Aktuator-Elemente versetzt angeordnet ist.
14. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen mit dem ersten Block (11) verbundenen zweiten Block (7), wobei die von der elektromagnetischen Aktuator-Einrichtung (8, 9) erzeugten magnetischen Kräfte zwischen Träger (14) und dem zweiten Block (7) wirken.
15. Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 14, -wobei die Aktuator-Einrichtung ein mit dem zweiten Block verbundenes elektromagnetisches Element aufweist, sowie ein mit dem Träger (14) verbundenes magnetisierbares oder permanent magnetisiertes Element, oder -wobei die Aktuator-Einrichtung ein mit dem Träger verbundenes elektromagnetisches Element aufweist, sowie ein mit dem zweiten Block verbundenes magnetisierbares oder permanent magnetisiertes Element.
16. Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Aktuator-Einrichtung elektromagnetische Elemente umfaßt, die sowohl auf dem zweiten Block, als auch auf dem Träger angeordnet sind.
17. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (14) federnd auf dem zweiten Block abgestützt ist.

18. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch drei elektromagnetische Aktuator-Einrichtungen.

5 19. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schreib-/Lesekopf als Flugkörper ausgebildet ist.

10 20. Schreib-/Lesekopf gemäß Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Bereich der Gleitfläche des Flugkörper mit diamantartigem Kohlenstoff (DLC) beschichtet ist.

15 21. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (14) eine geringere Dicke als der erste Block aufweist.

20 22. Schreib-/Lesekopf gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Schreib-/Leseelement ein elektromagnetisches Schreib-/Leseelement, oder ein magnetoresistives elektromagnetisches Schreib-/Leseelement oder ein optisches oder ein magnetooptisches Schreib-/Leseelement oder eine Kombination zumindest zweier dieser Elemente umfaßt.

25

30 23. Verfahren zur Datenaufzeichnung oder Wiedergewinnung auf oder von einem Datenträgermedium, bei welchem -Daten mit einem Schreib-/Leseelement eines an einer Aufhängung befestigten Schreib-/Lesekopfes insbesondere gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22 in zumindest eine auf dem Datenträger vorgegebene Spur geschrieben oder entlang der Spur auf dem Datenträgermedium angeordnete Daten gelesen werden, wobei das Schreib-/Leseelement an

35 einem federnd gelagerten Träger des Schreib-/Lesekopfes

angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, daß die Spurfolge des Schreib-/Leseelements mit zumindest einer elektromagnetischen Aktuator-Einrichtung des Schreib-/Lesekopfes nachgeregelt wird.

24. Verfahren gemäß Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß eine Nachregelung des Abstands des Schreib-/Leseelementes zur Oberfläche des Datenträgers erfolgt.

25. Verfahren gemäß Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Schreib-/Leseelement entlang einer im wesentlichen parallel zur Schreib-/Leserichtung verlaufenden Schwenkachse geschwenkt wird.

26. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Spurfolge lateral entlang der Oberfläche nachgeregelt wird.

27. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine elektromagnetische Aktuator-Einrichtung des Schreib-/Lesekopfes durch Erregen einer Spule betätigt wird.

28. Verfahren zur Herstellung eines Schreib-/Lesekopfes insbesondere gemäß einem der Ansprüche 1 bis 22, mit den Schritten:

-Aufbringen zumindest einer Blattfeder auf einer ersten Seite eines ersten Blocks (11)s, welche einen ersten Abschnitt des Blockss mit einem weiteren Abschnitt des Blocks verbindet,

-Abtrennen des ersten Abschnitts um daraus einen Träger für ein Schreib-/Leseelement zu bilden,

-Aufbringen eines Schreib-/Leseelements (2) auf den Träger,

- Anordnen eines elektromagnetischen Elements entweder auf einem zweiten Block oder auf dem Träger,
- Anordnen eines magnetisierbaren Elements oder eines permanent magnetisierten Elements oder eines elektromagnetischen Elements entweder auf dem Träger oder dem zweiten Block,
- Zusammenfügen des ersten Blocks mit dem zweiten Block.

29. Verfahren gemäß Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Anordnen eines magnetisierbaren Elements das Aufbringen einer Spulenordnung, insbesondere einer zumindest zweilagigen Spulenordnung umfaßt.

30. Verfahren gemäß Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Anordnen eines elektromagnetischen Elements auf einem zweiten Block oder auf dem Träger das galvanische Abscheiden der Strukturen eines elektromagnetischen Elements umfaßt.

31. Verfahren gemäß Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß das galvanische Abscheiden der Strukturen eines elektromagnetischen Elements die Schritte

- Abscheiden einer leitende Kontaktschicht,
- Aufbringen einer Photoresist-Schicht,
- photolithographisches Strukturieren der Photoresist-Schicht entsprechend den Strukturen des elektromagnetischen Elements,
- galvanisches Abscheiden einer leitenden Schicht, und
- Ablösen der Photoresist-Schicht

umfaßt.

32. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Anordnen eines elektromagnetischen Elements auf einem zweiten Block oder auf dem Träger das Aufbringen eines Jochs umfaßt.

33. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 28 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß das Anordnen eines magnetisierbaren Elements oder eines permanent magnetisierten Elements oder eines elektromagnetischen Elements entweder auf dem Träger oder dem zweiten Block das Aufbringen eines Jochs umfaßt.
34. Verfahren gemäß Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß das Joch galvanisch abgeschieden wird.
35. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 28 bis 34, wobei auf der ersten Seite des ersten Blocks eine Opferschicht vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufbringen zumindest einer Blattfeder auf der ersten Seite des ersten Blocks
- das photolithographische Strukturieren der Opferschicht, so daß die Opferschicht in Verankerungsbereichen der Blattfeder entfernt wird,
 - das ganzflächige Aufbringen einer Schicht aus polykristallinem Silizium,
 - das photolithographische Strukturieren der Schicht aus polykristallinem Silizium, und
 - das Entfernen der Opferschicht umfaßt.
36. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 28 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und zweite Block so zusammengefügt werden, daß die Blattfeder dem zweiten Block zugewandt ist.
37. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 28 bis 36, wobei der erste und zweite Block mit einem Abstandshalter zusammengefügt werden.

- 5 38. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 28 bis 37, gekennzeichnet durch den Schritt des Abtragens von Material vom ersten Abschnitt des ersten Blocks auf der Seite, welche der Seite gegenüberliegt, mit welcher der erste Block mit dem zweiten Block zusammengefügt wird.
- 10 39. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 28 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Zusammenfügens des ersten Blocks mit dem zweiten Block den Schritt des Zusammenfügens eines ersten Wafers mit einem zweiten Wafer umfaßt.

Zusammenfassung

Um eine schnelle und genaue Spurführung für einen Schreib-/Lesekopf zu ermöglichen, sieht die Erfindung einen Schreib-/Lesekopf (1), mit

-einem ersten Block (11), und

-einem mit dem ersten Block (11) beweglich verbundenen Träger (14) mit einem Schreib-/Leseelement (2), und

-zumindest einer elektromagnetischen Aktuator-Einrichtung

vor, welche zumindest ein elektromagnetisches Element (8, 9)

zur Erzeugung von magnetischen Kräften, die auf den Träger (14) vermittelt werden, aufweist.

Fig. 1

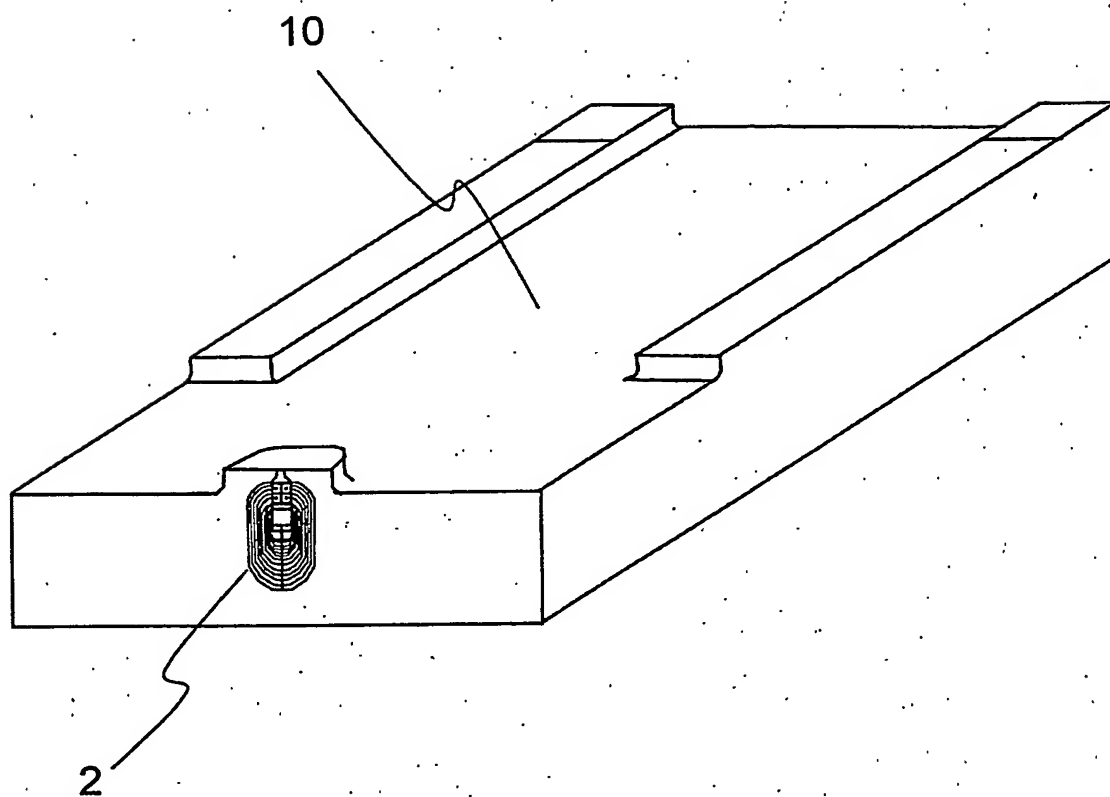


Fig. 2

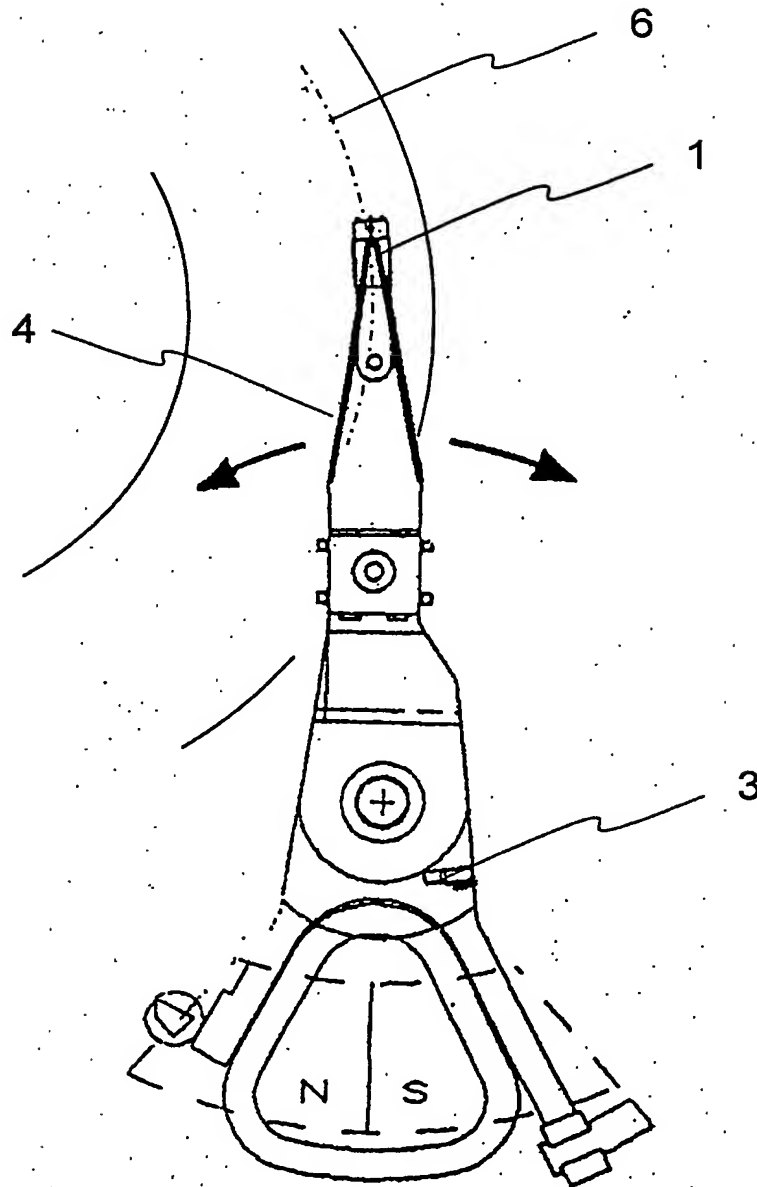


Fig. 3

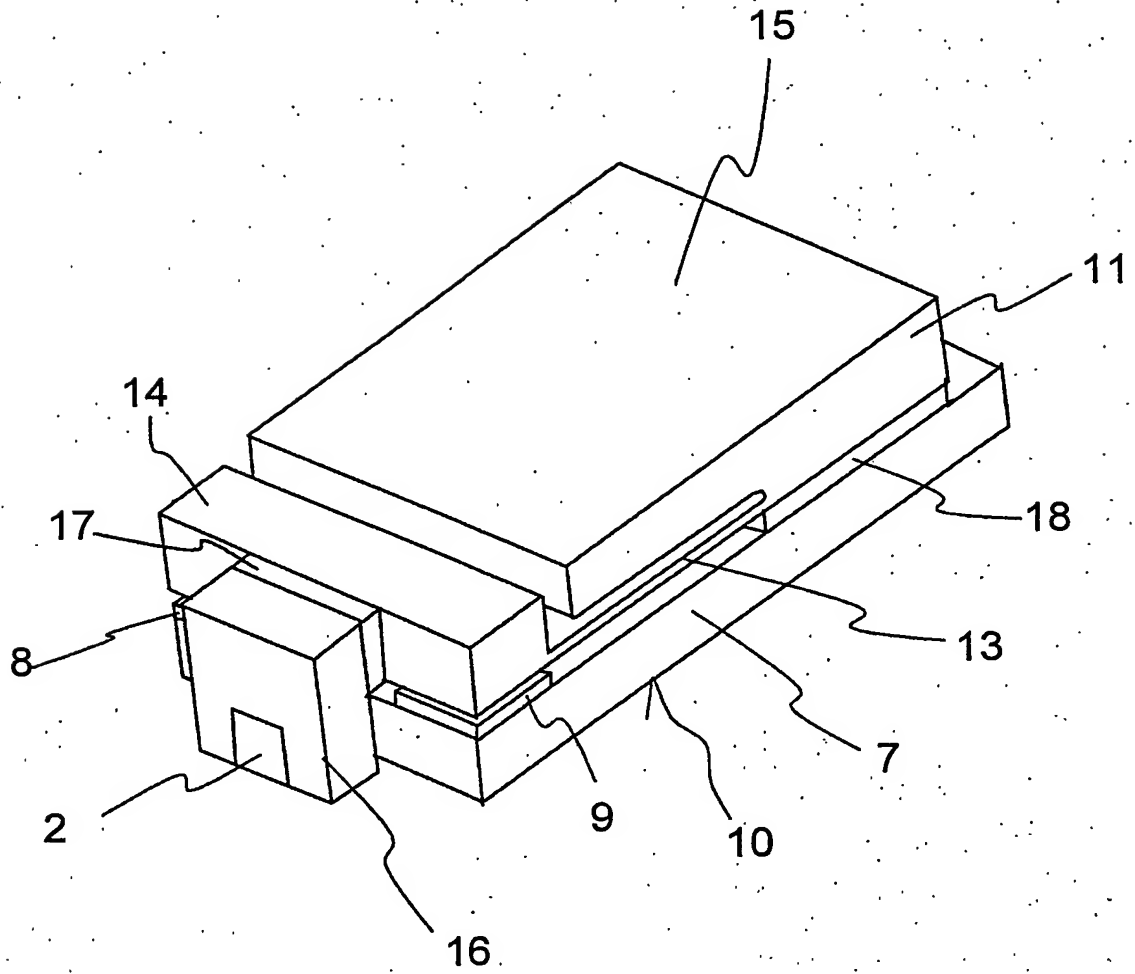


Fig. 4

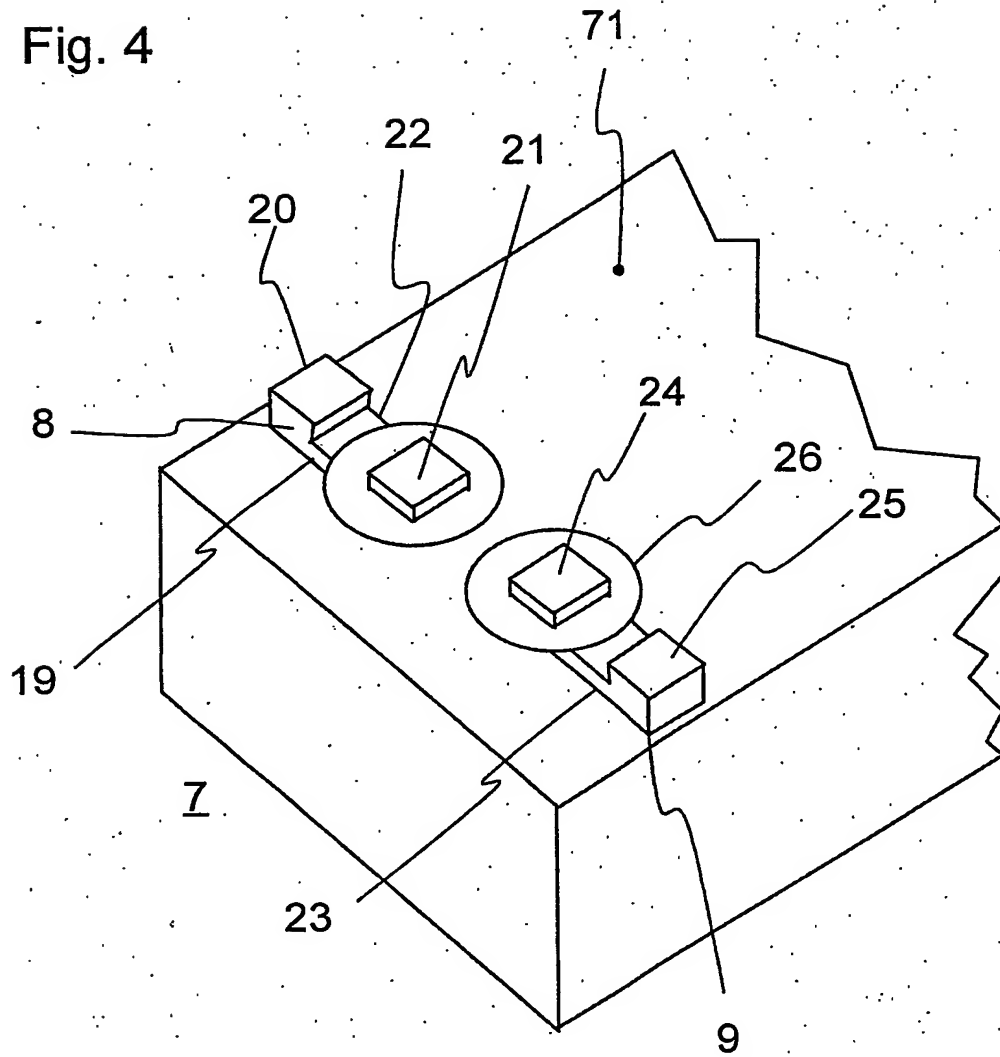


Fig. 5

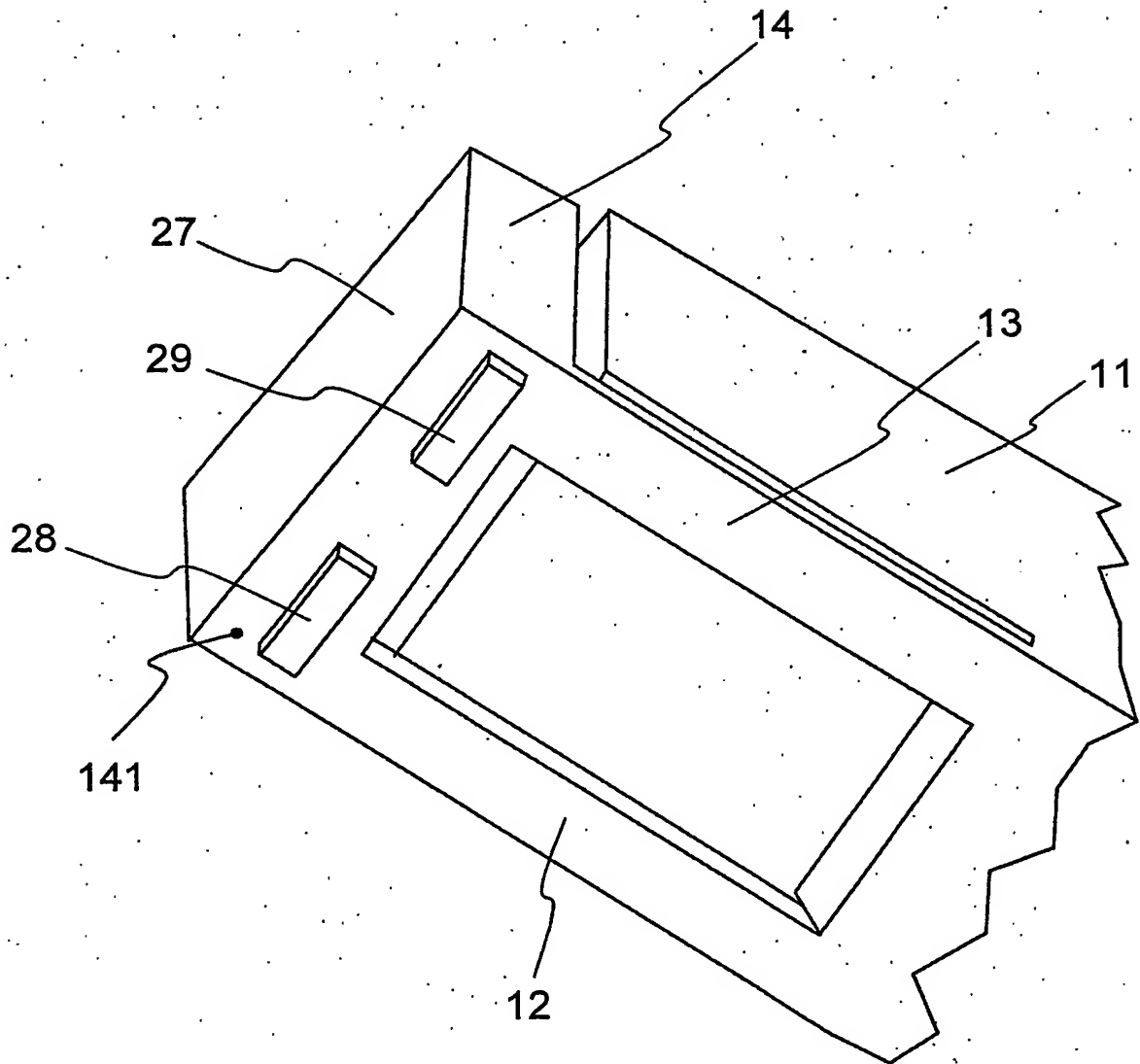


Fig. 6A

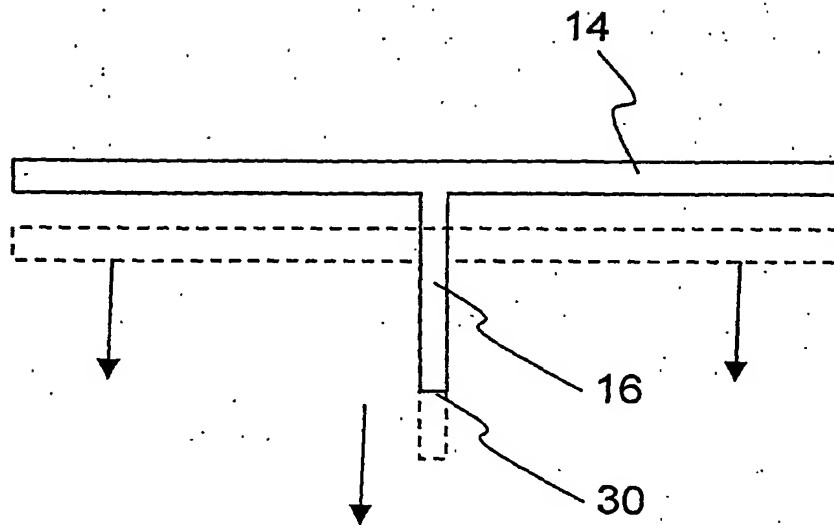


Fig. 6B

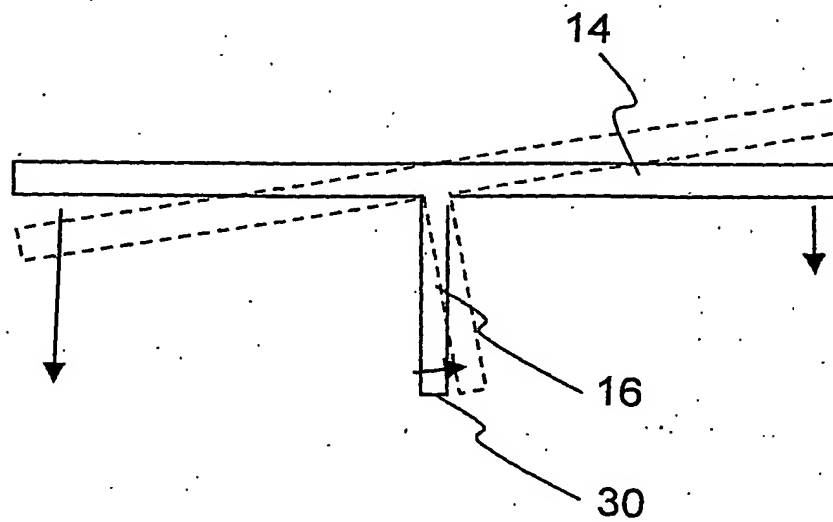


Fig. 7

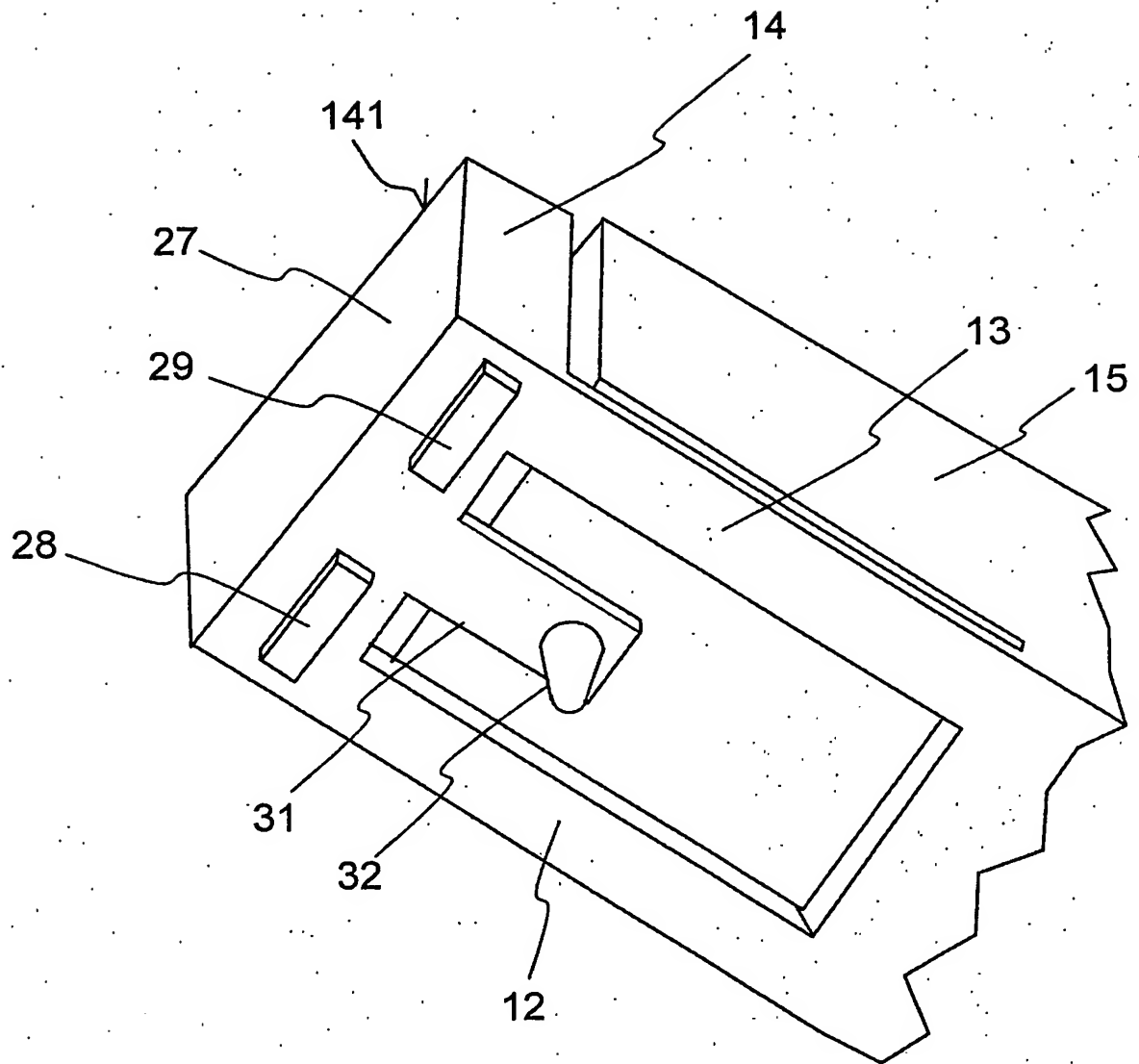


Fig. 8A

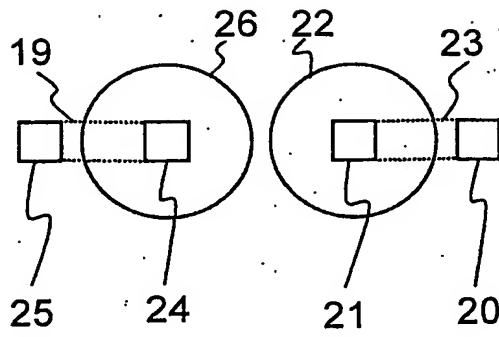


Fig. 8B

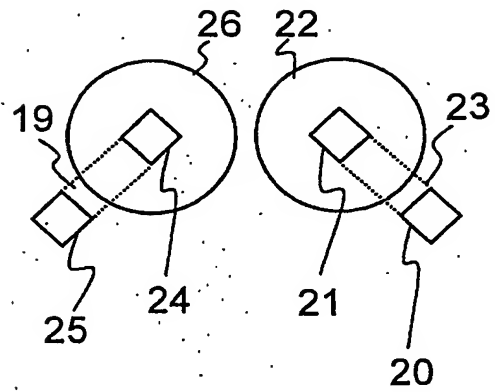


Fig. 8C

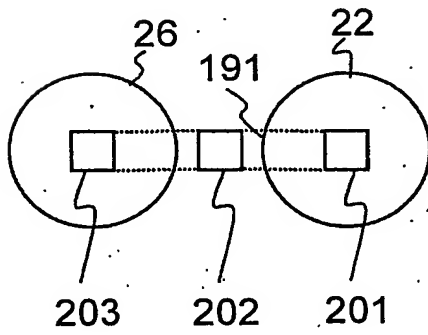


Fig. 8D

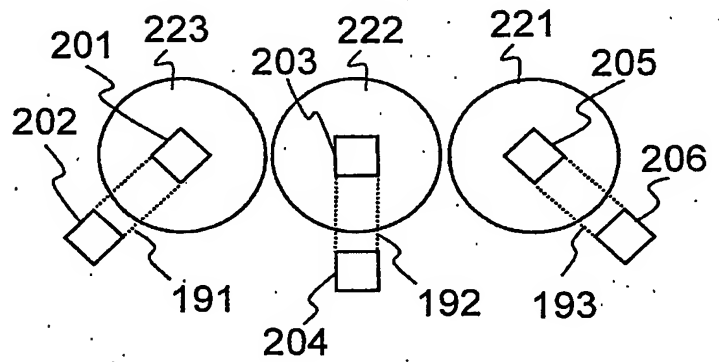


Fig. 8E

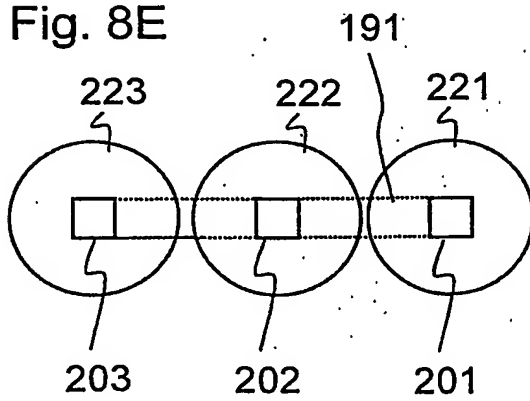


Fig. 9A

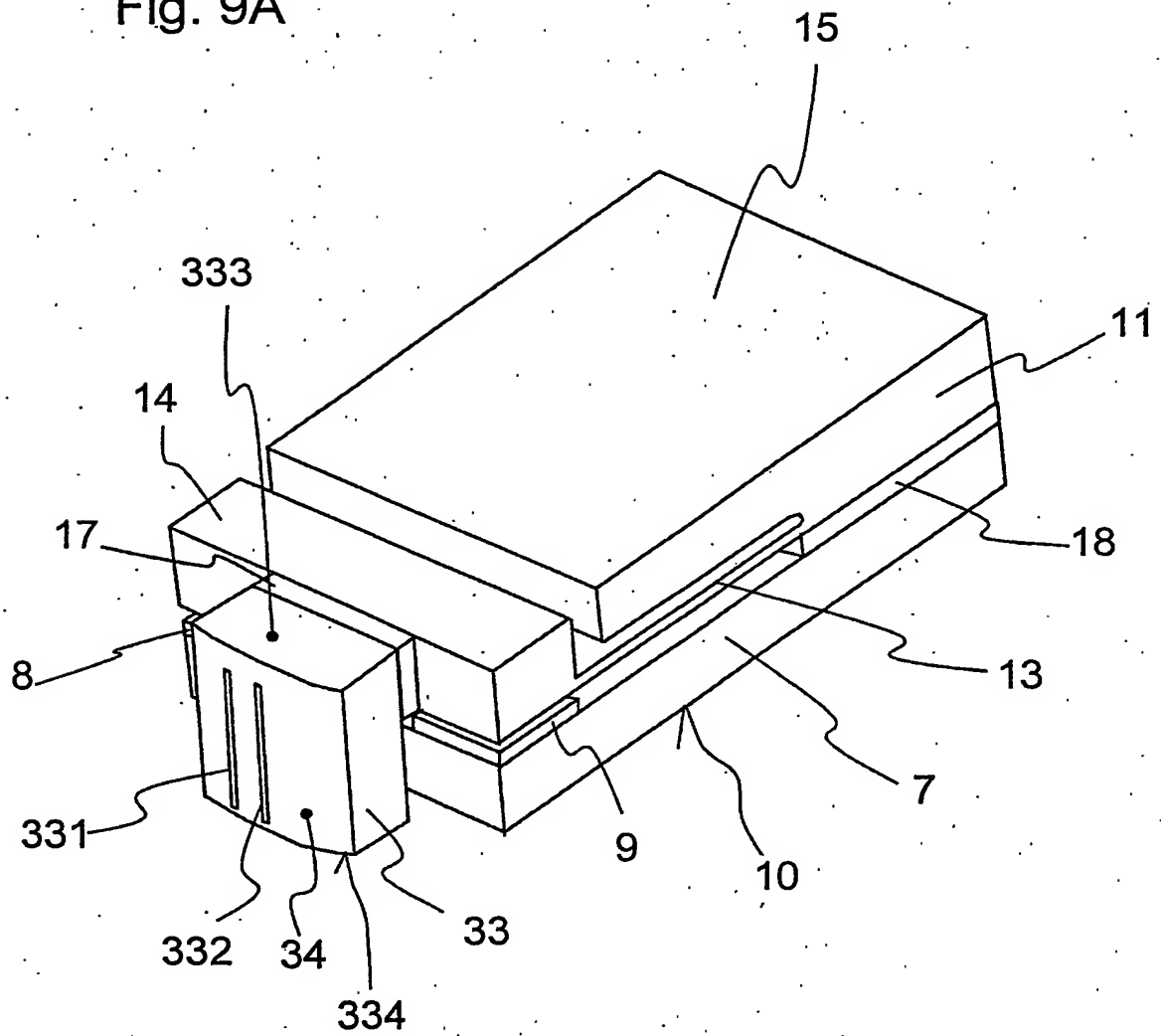
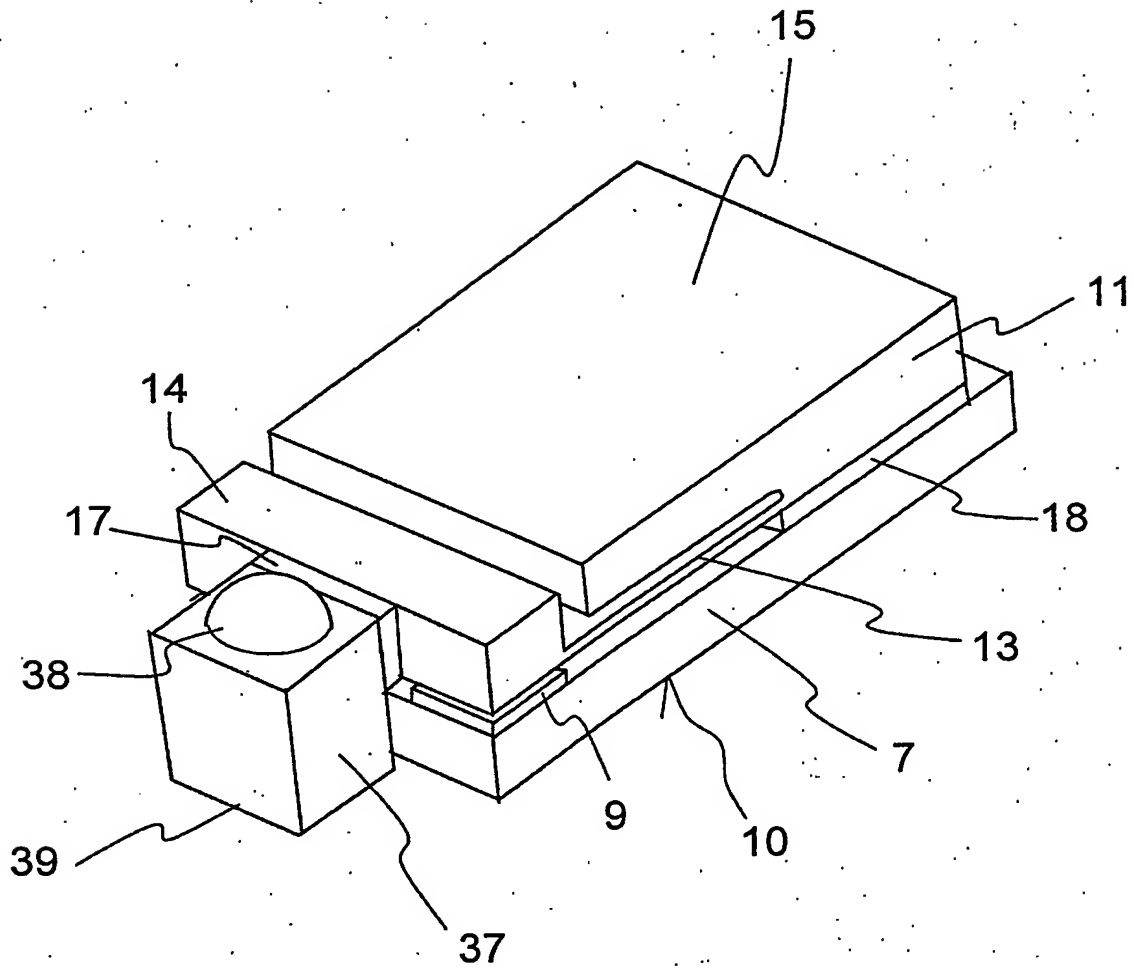


Fig. 9B



11/13

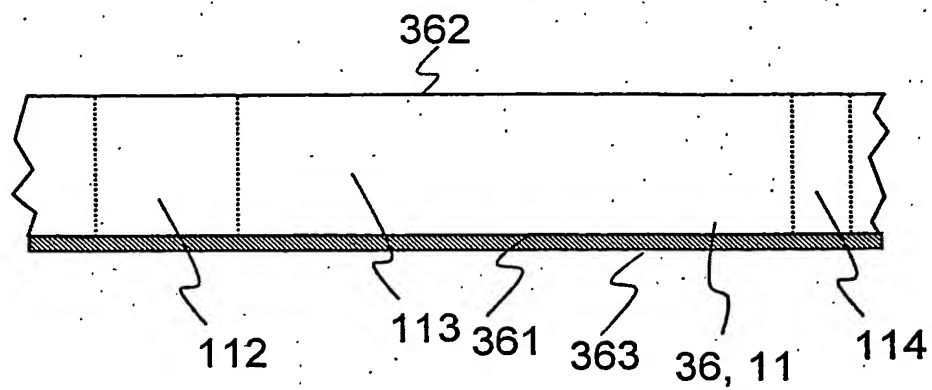


Fig. 10A

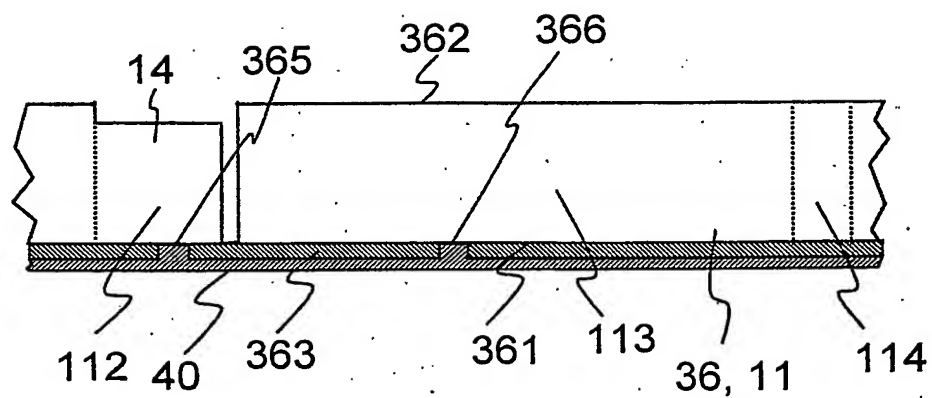


Fig. 10B

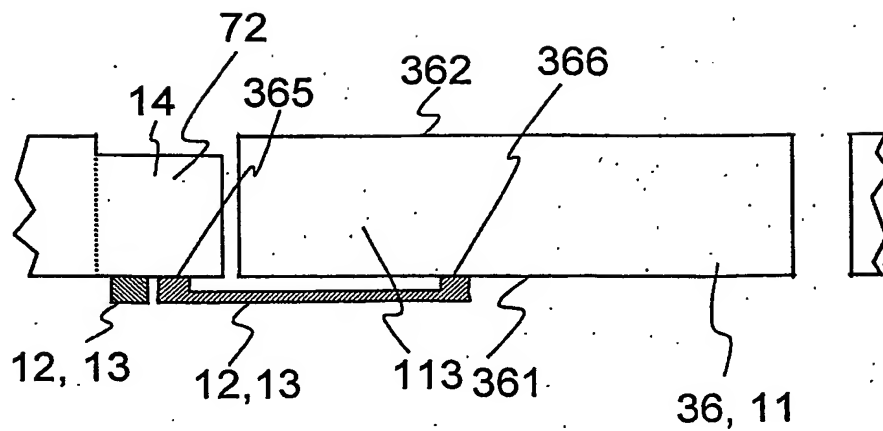


Fig. 10C

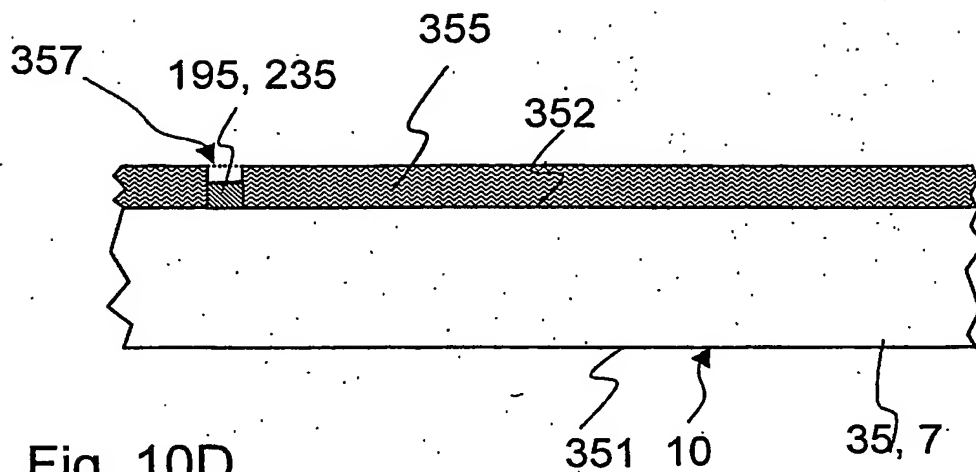


Fig. 10D

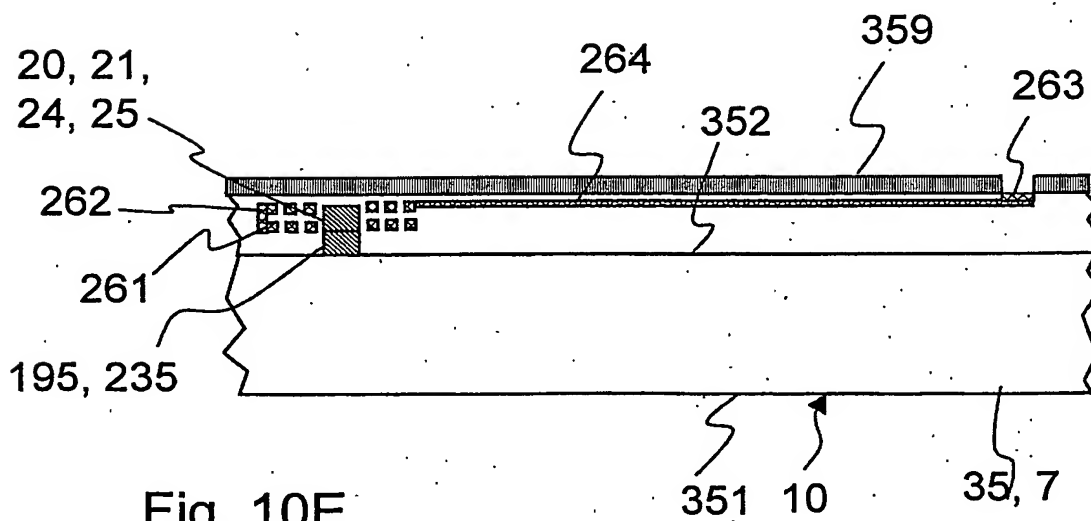


Fig. 10E

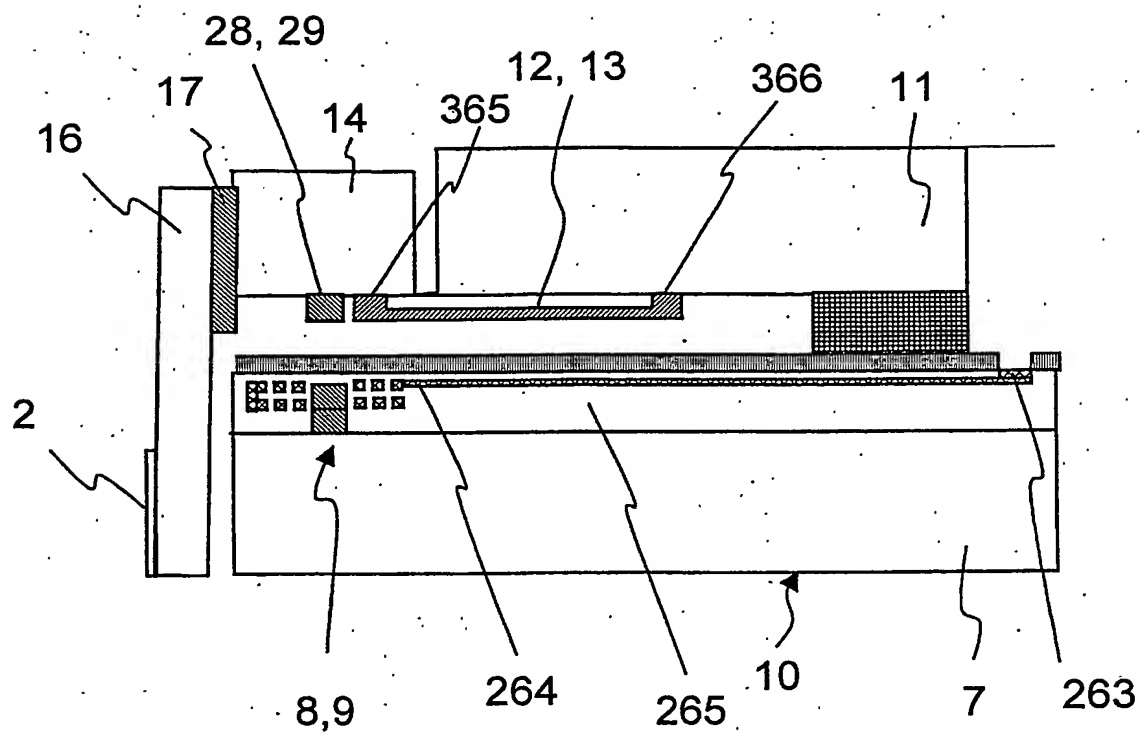


Fig. 10F